JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	分散型データベースシステムにおける複製データの動的配置制御に関する研究
Author(s)	狩野，光徳
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1131
Rights	
Description	Supervisor:横田 治夫，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

分散型データベースシステムにおける複製データの動的配置制御に関する研究

狩野 光徳

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1998 年 2 月 13 日

キーワード: 分散データベース, レプリケーション, マスタサイト移動.

1 研究の背景

近年、分散型データベースシステムを構築するための現実的かつ有力な手法としてレプリケーション手法が注目されている [1]。レプリケーション手法とは、通信コストの節減や信頼性等の理由から、オリジナルのデータベースの複製をアクセス要求に応じて、別のサイトに配置する手法である。ここで、オリジナルのデータを保持するサイトをマスタサイト、複製データを保持するサイトをレプリカサイトと呼ぶ。レプリケーション手法は次の 3 つの種類に大別される。

Eager-Replication 更新は全サイト間で同期をとりながら行なう。

Lazy-Group-Replication 任意のサイトで更新を許す。サイト間の更新伝搬は非同期に行なわれる。

Laze-Master-Replication リレーションに所有権を定める。更新は所有権を持つサイトだけが行なう。サイト間の更新伝搬は非同期に行なわれる。

Jim Gray らの研究グループは、上記 3 つのレプリケーション手法の中で、Lazy-Master-Replication 手法を用いた場合が最もデッドロックやトランザクションの失敗率を低く抑えられることを、解析により示した [2]。また San-Yih Hwang らの研究グループは、システムの平均応答時間の解析で、Lazy-Replication の方が Eager-Replication よりも短いことを示した [3]。

Copyright © 1998 by Mitsunori Karino

以上の研究報告から、常に複製データ間で更新の同期を図る必要がないケースで分散型データシステムを構築する場合、トランザクション処理効率／コストの観点から、Lazy-Master-Replication 手法を用いることが最良の選択といえる。しかし、Lazy-Master-Replication 手法では、更新要求や最新情報の参照要求がレプリカサイトで発生した場合、ネットワークを経由してマスタサイトにアクセスする必要が生じる。よってオリジナルデータへのアクセス要求頻度が最も多いサイトにマスタサイトを配置すれば、通信コストをさらに抑えることができる。そして通信コストの節減により、トランザクション 1 件当たりの平均処理時間の短縮が図れ、システム全体の平均スループットの向上が期待できる。

本研究では、アクセス要求頻度に偏りがある場合を想定し、Lazy-Master-Replication 手法におけるトランザクション処理効率をさらに向上させ得る、マスタサイトの移動手法について考察を行なった。

さらにマスタサイトの移動によるスループット向上率を解析し、スループット向上特性について考察した。また上記考察からスループットの向上が望める条件についての知見を得た。

2　マスタサイト移動手法

マスタサイト移動手法は、過去のアクセス状況から最もマスタデータにアクセスしたサイトを次期マスタサイトに据えていく手法である。またマスタサイトが移動する時にサイト間で更新の同期をとる。具体的な手順は以下のとおりになる。

トランザクションを受け付けている間、マスタサイトはトランザクション監視機構により、マスタテーブルへのアクセス件数を監視する。アクセス要求の内、更新要求についてはその内容を更新ログとして保存しておく。そしてマスタテーブルにある一定件数のアクセスが行なわれると、次期マスタサイトを選定する処理に移るため、アクセス要求の受付を一時中止する。また同時に他の全サイトへ、次期マスタサイト選定処理に移ったことを通知する。次期マスタサイトの選定は、アクセスのログを参照して、以前のマスタ選定処理終了後、最もアクセス要求頻度が高かった要求元サイトを次期マスタサイトに選定する。他サイトが次期マスタサイトに選ばれた場合、システムはマスタサイト移動処理に移る。マスタサイトを移動させるときは、直前の移動からそれまでの更新ログと次期マスタサイトの情報を他の全サイトに転送し、2 相コミットで同期をとる。

3　マスタサイト移動手法による効果の見積もり

本研究では、マスタサイトの移動方法に関する考察の後、同移動による効果の試算を行なった。試算では、マスタサイトを固定したままの状態における、更新の同期間隔内での平均スループットを計算した。ここで、アクセス要求頻度に地理的、時間的な偏りを想定するため、その指標値として、「サイト・スキュー比」と「マスタサイト移動間隔」の 2

つのパラメータを置いた。前者は最多受け付けサイトにおけるトランザクション件数と、その他のサイトにおける平均トランザクション件数の比で、後者はマスタサイトが交替するまでに受け付ける平均トランザクション件数である。また試算上の簡便化のため、システムモデルにいくつかの前提条件を置いた。

上記の試算結果から、アクセス要求頻度に地理的／時間的偏りが想定される状況下では、おおむねスループットの向上効果が望めることが確認された。さらに、マスタサイト移動手法が効果を表すための条件に関していくつかの知見を得た。その中で特に注目すべきものを以下に列挙する。

- マスタサイト移動手法によるスループット向上効果が、十分に引き出されるためには、マスタサイト移動間隔が、サイト・スキューの平均変動間隔に比べ若干短いかまたは、十分長くなければならない。
- システムを構成するサイト数はできれば、5 サイト以内が望ましい。スループット向上率は、サイト数の増加に伴い指数関数的に低下する。サイト数が 10 を超える場合サイト・スキュー比がかなり高くならないと、効果が期待できない。
- 回線スループットの高速化によるスループット向上率低下の度合と、サイト・スキュー比の増大に伴うスループット向上率上昇の度合はほぼ等しい。このため、後者の度合が前者の度合を上回るケースにおいて、スループット向上率の増加が期待できる。

4 まとめと今後の課題

本研究では、サイト・スキューが時間的に変動する場合に露呈する、Lazy-Master-Replication 手法の非効率な部分を補う手段として、マスタサイト移動を選択し、その可能性について考察、検証を試みた。その結果、特定の条件下で非常に高いスループット向上結果を得た。なお、本結果並びにマスタサイト移動手法の可能性に関する考察については、DEWS'98 にて発表する予定である。本研究における解析で選択したレプリケーションのシステム形態は、最も単純な 1 対 1 型である。今後は、より現実に近い水平分割型のようなシステム形態をモデルにした解析結果が待たれる。

参考文献

[1] 中村 正弘「分散データベース」, NIKKEI ELCTRONICS (no.609), 101-110pp,1994.

[2] Jim Gray,Pat Helland,Patrick O'Neil and Dennis Shasha "*The Dangers of Replication and a Solution*", SIGMOD'96, 173-182pp,1996.

[3] San-Yih Hwang and Keith K.S.Lee and Y.H.Chin "*Data Replication in a Distributed System: A Performance Study.*", DEXA, 708-717pp,1996.